ورشة الفصل الثامن

ملخص قوانين و أفكار

إعداد عميد الفيزياء
د/ محمد عبد الله

تابعنا على قناة اليوتيوب

موقع الدكتور محمد رزق معلم الكيمياء التعليمي D.M.RAZK

الإلكترونيات الحديثة

أشباه الموصلات النقية

← مثل بلورة سيليكون نقية Si_{14} , أو بلورة جرمانيوم نقية Gr_{32}

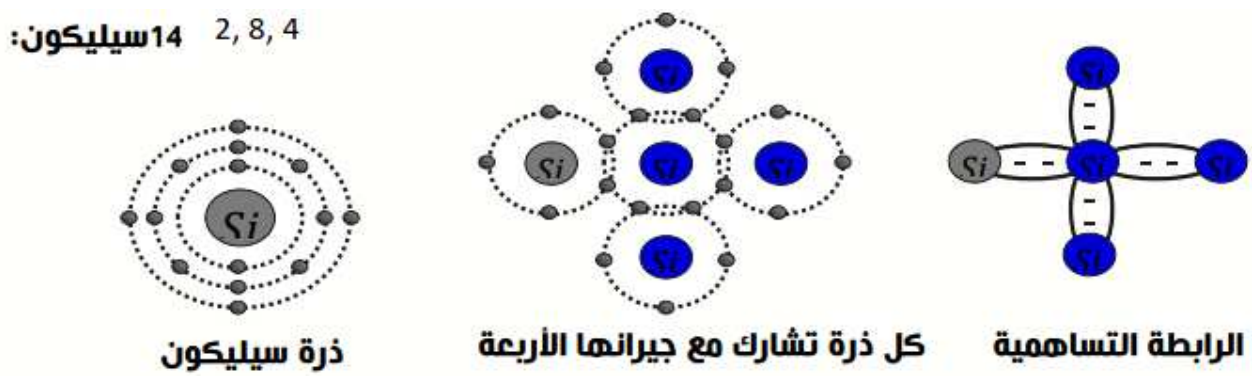
← عنصر السيليكون من عناصر المجموعة الرابعة في الجدول الدوري و العناصر المهمة في الكون حيث يدخل في تركيب الرمل و صخور القشرة الأرضية

خصائص (تركيب) بلورة السيليكون النقي

1) ذرة السيليكون تحتوي على أربعة إلكترونات في القشرة الخارجية أي أنها رباعية التكافؤ

2) ترتبط ذرات السيليكون مع بعضها البعض بروابط تساهمية مكونة بللورة

3) في درجات الحرارة المنخفضة تكون جميع الروابط سليمة و تكون الإلكترونات شديدة التماسك بذراتها فيصعب فك هذا التماسك و بذلك لا توجد في هذه الحالة إلكترونات حرة لذلك فهي عازلة تماما للتيار الكهربي و خاصة عند درجة صفر كلفن أي تعادل (-273° C)



العوامل التي تؤثر في التوصيلية الكهربية لبلورة السيليكون

تتميز أشباه الموصلات بحساسيتها الشديدة للحرارة و كذلك للشوائب

لذا يمكن رفع درجة التوصيل الكهربي لبللورة السيليكون بطريقتين :-

1) رفع درجة الحرارة 2) إضافة الشوائب إلى البللورة النقية

موقع الدكتور محمد رزق معلم الكيمياء التعليمي D.M.RAZK

(1) رفع درجة الحرارة :-

1) عند رفع درجة حرارة بللورة السيليكون النقية تصبح الطاقة الحرارية كافية لكسر بعض الروابط فتتحرر بعض الإلكترونات و تصبح إلكترونات حرة و تصبح موصلة للكهربية و تزداد التوصيلية الكهربية بارتفاع درجة الحرارة

2) يترك الإلكترون الذي تحرر مكانه فارغا في الرابطة المكسورة (الغير مكتملة) يسمى الفجوة و هي تمثل شحنة موجبة
(لأن الذرة متعادلة و غياب إلكترونات عن الذرة يعني ظهور شحنة موجبة)

3) كلما زادت درجة الحرارة زاد عدد الإلكترونات الحرة و عدد الفجوات الموجبة حتى تصل البللورة الى حالة اتزان حراري و عندها (عدد الروابط المكسورة = عدد الروابط التي تم تكوينها في الثانية) و يختلف هذا العدد من درجة حرارة لأخرى

4) الذرة التي كسرت إحدى روابطها لا يمكن تسميتها أيونا لأن الفجوة سريعا ما تنتقص إلكترونا من رابطة مجاورة أو من الإلكترونات الحرة فتصبح الذرة متعادلة كما كانت و تنتقل الفجوة إلى رابطة أخرى و لذا تبدو الفجوات و كأنها دائمة الحركة في البلورة و يلاحظ :
1) حركة كل من الفجوات و الإلكترونات تكون عشوائية , حيث تتجه حركة الإلكترونات داخل الروابط لملأ الفراغات التي تنشأ من كسر الروابط
2) حركة الفجوات تكافئ (عكس) حركة الإلكترونات
3) في أي شبه موصل نقي $(P = n)$ حيث : P عدد الفجوات , n عدد الالكترونات الحرة

(2) إضافة الشوائب إلى البللورة النقية (التطعيم) :-

التطعيـم

هو استبدال بعض ذرات العنصر الرباعي بذرات من عناصر خماسية أو ثلاثية التكافؤ بهدف زيادة عدد الإلكترونات الحرة أو عدد الفجوات بها لزيادة درجة التوصيل الكهربي فنحصل على شبه موصل غير نقي

موقع الدكتور محمد رزق معلم الكيمياء التعليمي D.M.RAZK

انواع اشباه الموصلات الغير نقية (المطعمة – إضافة شوائب لها)

(1) شبه موصل من النوع السالب (n – type)	(2) شبه موصل من النوع الموجب (p – type)
نوع الشائب :- عنصر لافلز من عناصر المجموعة الخامسة مثل الفوسفور (p) و الأنتيمون (Sb) خماسية	نوع الشائب :- عنصر فلز من المجموعة الثالثة مثل الألومنيوم (Al) أو البورون (B) تكافؤ الشائب ثلاثية
الكيفية	
عند إضافة الذرة الشائبة إلى بلورة السيليكون أثناء تصنيعها تحل الذرة الشائبة محل ذرة سيليكون و تحاول تكوين 4 روابط مع ما يجاورها من ذرات و يبقى الإلكترون الخامس دون ارتباط و يسهل انتقاله داخل البللورة تصبح ذرة الشائبة أيونا موجبا بفقد الإلكترون الخامس و تسمى ذرة الشائبة (ذرة معطية)	عند إضافة الذرة الشائبة إلى بلورة السيليكون أثناء تصنيعها تحل الذرة الشائبة محل ذرة سيليكون و تحاول تكوين 3 روابط مع ثلاث ذرات من السيليكون متجاورة و يبقى مكان خالي للإلكترون الناقص يظهر على شكل فجوة تصبح الذرة الشائبة أيونا سالبا حيث تنتقص أحد الإلكترونات من رابطة مجاورة تاركا مكانه الأصلي فجوة موجبة و تسمى ذرة الشائبة (مستقبلة)
نوع حاملات الشحنة السائدة	
إلكترونات حرة سالبة	فجوات موجبة
شحنة البللورة متعادلة لأن :- عدد الشحنات الموجبة = عدد الشحنات السالبة $n = P + N^{+}_{D}$ يكون تركيز الإلكترونات الحرة (n) أكبر من تركيز الفجوات الموجبة (p) $n > P$	شحنة البللورة متعادلة لأن :- عدد الشحنات الموجبة = عدد الشحنات السالبة $p = n + N^{-}_{A}$ يكون تركيز الفجوات الموجبة (p) أكبر من تركيز الإلكترونات الحرة (n) $p > n$

موقع الدكتور محمد رزق معلم الكيمياء التعليمي D.M.RAZK

قانون فعل الكتلة فى اشباه الموصلات

إذا كان (ni) هو تركيز الإلكترونات أو الفجوات في بلورة السيليكون النقي فإن : $n.p = n_i^2$
وحدة قياس التركيز (cm^{-3})

بلورة (n – type)	بلورة (p – type)
$\because n = P + N_D^+$	$\because p = n + N_A^-$
$\because P \ll N_D^+$	$\because n \ll N_A^-$
$\because n \simeq N_D^+$	$\because p \simeq N_A^-$
$\because np = n_i^2$	$\because np = n_i^2$
$\therefore P = \frac{n_i^2}{N_D^+}$	$\therefore n = \frac{n_i^2}{N_A^-}$

تركيز الإلكترونات : ($n = N^+_D$)

تركيز الفجوات : ($p = N^-_A$)

في البلورة النقية (السيليكون النقي) يكون عدد الإلكترونات n = عدد الفجوات p

الوصلة الثنائية (الدايود)

التركيب

بللورتين ملتصقتين إحداهما من النوع (P)
و الاخرى من النوع (n)

الرمز فى الدائرة الكهربية

شرح عمل الوصلة الثنائية :-

1) تنتشر الفجوات من منطقة (p – type) ذات تركيز عالي إلى (n – type) لأن تركيزها أقل
2) تنتشر الإلكترونات من (n – type) إلى بللورة (p – type) ذات تركيز الكترونات حرة أقل
3) كل منطقة على حدة متعادلة بسبب الشحنات الموجبة و السالبة في كل منطقة على حدة فإن هجرة الإلكترونات من منطقة (n – type) يكشف جزء من الايونات الموجبة دون غطاء يعادلها كما أن هجرة الفجوات من منطقة (p – type) يكشف جزء من الأيونات السالبة دون غطاء يعادلها من الفجوات
4) ينتج عن ذلك منطقة خالية من الإلكترونات و الفجوات التي تكون بها أيونات موجبة من ناحية و أيونات سالبة من ناحية أخرى تسمى المنطقة الفاصلة أو المنطقة القاحلة

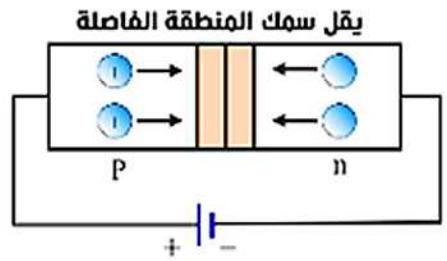
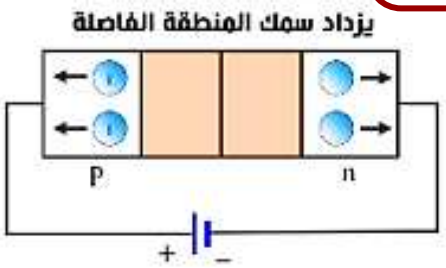
موقع الدكتور محمد رزق معلم الكيمياء التعليمي D.M.RAZK

شرح عمل الوصلة الثنائية :-

5) ينشأ في هذه المنطقة مجال كهربي يتجه من الأيونات الموجبة إلى الأيونات السالبة و يتسبب في دفع تيار يسمى (تيار انسيابي) في اتجاه عكس اتجاه تيار الانتشار

6) يحدث اتزان بين التيارين الأمامي (تيار الانتشار) و التيار الخلفي (تيار الانسياب) فيقف مرور التيار و يتولد فرق جهد بين المنطقتين يسمى حاجز الجهد

طرق توصيل الوصلة الثنائية

التوصيل (الانحياز) الأمامي	التوصيل (الانحياز) العكسي (الخلفي)
طريقة التوصيل	
	
توصيل المنطقه (p-type) بالقطب الموجب للبطاريه و المنطقه (n-type) بالقطب السالب للبطارية	توصيل المنطقه (p-type) بالقطب السالب للبطاريه و المنطقة (n-type) بالقطب الموجب للبطارية
سمك المنطقة الفاصلة	
(يقل)	(يزداد)
حيث تتنافر الفجوات و الالكترونات الحرة مع قطبي البطاريه و تقترب من السطح الفاصل	حيث تتجاذب الفجوات و الالكترونات الحرة مع قطبي البطارية و تبتعد عن السطح الفاصل
اثر فرق الجهد الخارجي على الوصلة	
يكون اتجاه المجال الخارجي (الناشئ عن البطاريه) عكس اتجاه المجال الداخلي في المنطقة الفاصلة فيضعفه	يكون اتجاه المجال الخارجي (الناشئ عن البطارية) في نفس اتجاه المجال الداخلي في المنطقه الفاصله فيقويه

موقع الدكتور محمد رزق معلم الكيمياء التعليمي D.M.RAZK

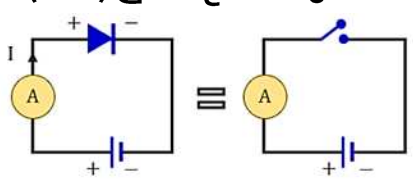
طرق توصيل الوصلة الثنائية

التوصيل (الانحياز) الأمامي	التوصيل (الانحياز) العكسي (الخلفي)
جهد الوصلة الثنائية	
يقل عن الجهد الحاجز	يزداد عن الجهد الحاجز
مقاومة الوصلة R	
صغيره	كبيره
شدة التيار المار I	
كبيره .. إذا كان الجهد الخارجي أكبر من الجهد الحاجز $I = \frac{V}{R}$	ضعيفة جدا .. تكاد تكون منعدمة

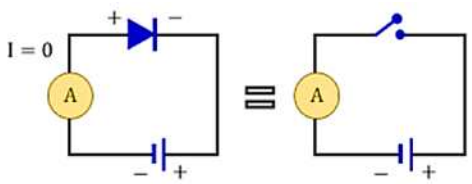
استخدامات الوصلة الثنائية

(1) التوصيـل الأمامـي

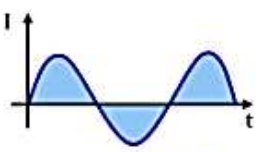
عند توصيل الوصلة الثنائية توصيل أمامي فإنها تسمح بمرور التيار في الدائرة أي تعمل كمفتاح مغلق (ON)



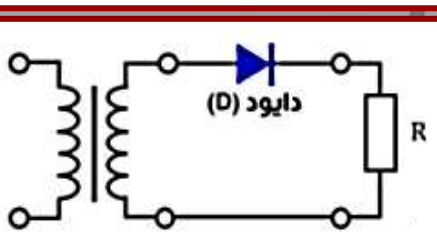
عند توصيل الوصلة الثنائية توصيل عكسي فإنها تمنع مرور التيار في الدائرة أي تعمل كمفتاح مفتوح (OFF)

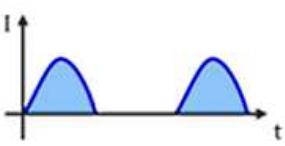


(2) تقويم التيار المتردد



الشكل (1) تيار متردد





الشكل (2) تيار مقوم تقويم (نصف موجي)

موقع الدكتور محمد رزق معلم الكيمياء التعليمي D.M.RAZK

الترانستـور

تركيب الترانزستـور :-

يتركب من بللورة سيليكون تنقسم إلى ثلاث مناطق هي :-

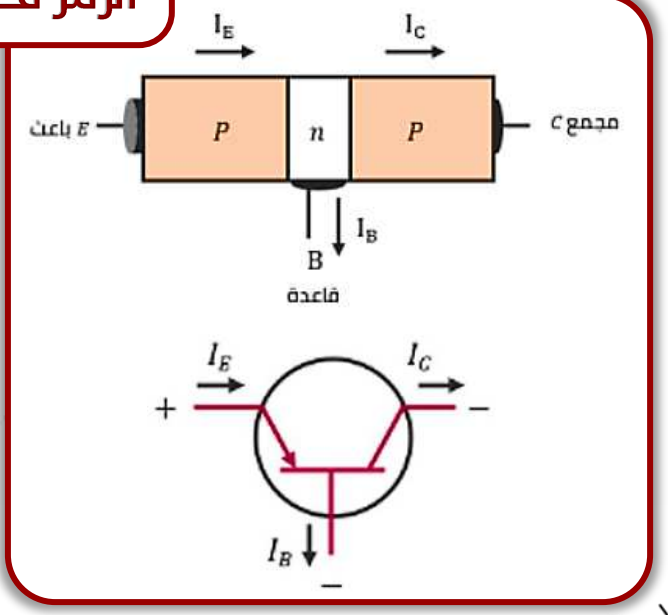
1) القاعدة (B) : بلورة رقيقة جدا صغيرة الحجم توجد في الوسط بين الباعث و المجمع تحتوي على نسبة شوائب قليلة

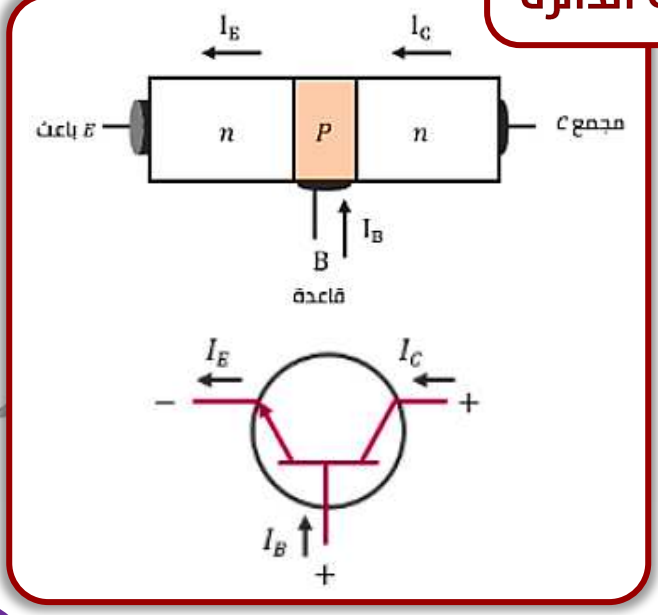
2) المجمع (C) : مقاومته كبيره (لقلة الشوائب بها) و لها مساحة أكبر من الباعث و يوجد على الجانب الاخر من القاعدة

3) الباعث (E) : مقاومته صغيرة جدا (لكثرة الشوائب بها) و لها مساحة أقل من المجمع و يوجد على أحد جانبي القاعدة

أنواع الترانزستـور

ترانزستور pnp	ترانزستور npn
التركيب	
القاعدة من النوع السالب (n) و الباعث و المجمع من النوع الموجب (p)	القاعدة مـــن النوع الموجب (p) و الباعث و المجمع من النوع السالب (n)
الرمز فـى الدائرة	



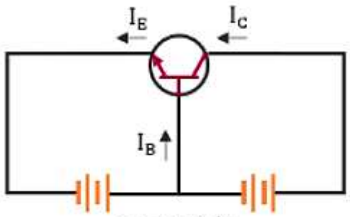


موقع الدكتور محمد رزق معلم الكيمياء التعليمي D.M.RAZK

طرق توصيل الترانزستور في الدائرة الكهربية

توصيل الترانزستور في دائرة القاعدة المشتركة (npn)

يوصل الباعث (E) مع القاعده (B) توصيلا اماميا و
يوصل المجمع (C) مع القاعده (B) توصيلا عكسيا



الشكل الرمزي

تنطلق الالكترونات من الباعث n إلى القاعدة p و يقتنصها المجمع n أثناء انتشار الالكترونات داخل القاعدة p .. تستهلك نسبة في ملء الفجوات لتحدث عملية الالتئام
و يكون تيار المجمع Ic أقل من تيار الباعث IE

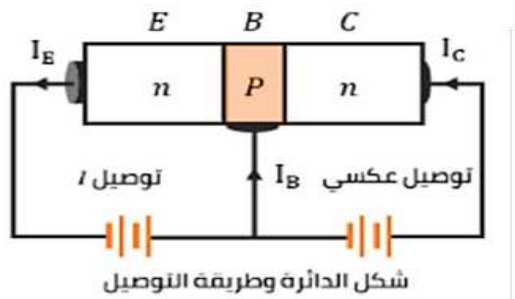
$$(I_E = I_C + I_B)$$

نسبة (ثابت التوزيع) (α_e) :

نسبة تيار المجمع إلى تيار الباعث عند ثبوت فرق الجهد بين القاعده و الباعث

$$\alpha_e = \frac{I_C}{I_E}$$

الاستخدام : يستخدم في تكبير القدرة الكهربية ، لأن تيار المجمع يكون اقل من تيار الباعث



شكل الدائرة وطريقة التوصيل

توصيل الترانزستور في دائرة الباعث المشتركة (npn)

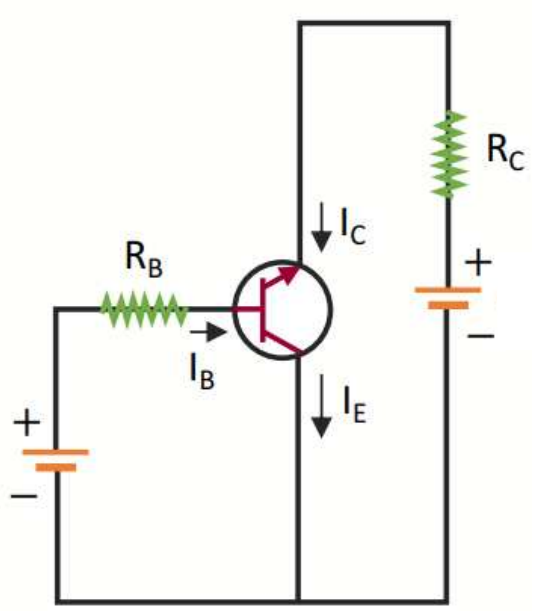
يوصل الباعث (E) مع القاعده (B) توصيلا اماميا و
يوصل الباعث (E) مع المجمع (C) بحيث يوصل الباعث بالقطب السالب و المجمع بالقطب الموجب

تتنافر إلكترونات الباعث (n) مع القطب السالب للبطارية ليتجمع تياري الالكترونات عند الباعث و يتحرك باتجاه المجمع
إذا وضعت إشارة كهربية صغيره في تيار القاعده يظهر تأثيرها مكبر في تيار المجمع

نسبة التكبير (β_e) :

نسبة تيار المجمع الى تيار القاعده عند ثبوت فرق الجهد بين الباعث و المجمع

$$\beta_e = \frac{I_C}{I_B}$$



موقع الدكتور محمد رزق معلم الكيمياء التعليمي D.M.RAZK

" حساب نسبة التكبير بدلالة ثابت التوزيع "

$$\beta_e = \frac{I_C}{I_B}$$

$$\therefore \alpha_e = \frac{\beta_e}{(1+\beta_e)}$$

$$\therefore \beta_e = \frac{\alpha_e}{(1-\alpha_e)}$$

توصيل الترانزستور npn الباعث المشترك يستخدم كمكبر و كمفتاح

مفتاح في حالة on مغلق

القاعده تمثل الدخل ، و المجمع يمثل الخرج

الباعث مع القاعده توصيل أمامي

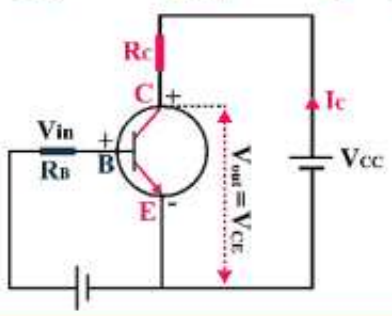
جهد الدخل أكبر من جهد الخرج , فيمر تيار

عند توصيل القاعدة بجهد موجب أو كبير

فيصبح جهد الدخل أكبر من جهد الخرج

فيمر تيار , فيكون مفتاح مغلق

$$(V_{CC} = \downarrow V_{CE} + \uparrow I_C R_C)$$



مفتاح في حالة Off مفتوح

الباعث مع القاعده توصيل عكسي

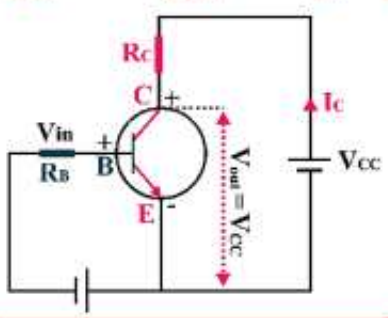
جهد الدخل أقل من جهد الخرج , فلا يمر تيار

عند توصيل القاعده بجهد سالب او صغير

فيصبح جهد الدخل اقل من جهد الخرج

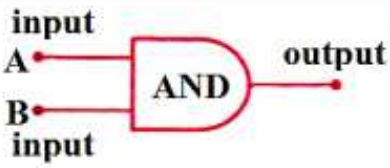
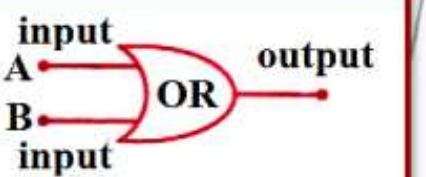
فلا يمر تيار , فيكون مفتاح مفتوح

$$(V_{CC} = \uparrow V_{CE} + \downarrow I_C R_C)$$



موقع الدكتور محمد رزق معلم الكيمياء التعليمي D.M.RAZK

البوابات المنطقية

بوابة العاكس NOT	بوابة التوافق AND	بوابة الاختيار OR
عدد المداخل و المخارج مدخل واحد و مخرج واحد	عدد المداخل و المخارج مدخلان او اكثر و مخرج واحد	عدد المداخل و المخارج مدخلان او اكثر و مخرج واحد
العكس أي الخرج يكون عكس الدخل	**التوافق** أي الخرج لا يكون 1 إلا إذا اتفق الدخلان على 1	**الاختيار** أي الخرج يكون 1 إذا توافر 1 على أحد المدخلين
		

يمكن حساب عدد الاحتمالات في جدول التحقيق من العلاقة 2^n حيث n هي عدد المدخلات

موقع الدكتور محمد رزق معلم الكيمياء التعليمي D.M.RAZK

موقع الدكتور محمد رزق التعليمي

امسح الباركود بالموبيل لتثبيت التطبيق وتحميل كل الملازم مجانا وبسرعه

MR

حمل التطبيق الأن

GET IT ON Google Play

ملازم ابتدائي | ملازم اعدادي | ملازم ثانـــوي | كورسات ونتائج امتحانات

موقع الدكتور محمد رزق
Dr.MoRizK